

УДК 636.934.2:576.895.132.8

© 1990

ПАРАЗИТО-ХОЗЯИННЫЕ ОТНОШЕНИЯ ПРИ ТОКСАСКАРИДОЗЕ ПЕСЦОВ

Л. В. Аникиева, В. С. Аниканова, В. В. Осташкова

Изучено влияние дозы заражения и стадии развития гельминтов на формирование взаимоотношений в системе нематода *Toxascaris leonina*—песец *Alopex lagopus*. Установлено, что при заражении хозяина 10 яйцами в системе сохраняется относительное равновесие между партнерами. Доза в 100 яиц сказывается на состоянии паразитов, но не отражается на хозяине. Доза в 1000 яиц приводит к обострению как межвидовых, так и внутривидовых отношений и сопровождается выраженными изменениями и у хозяина, и у паразитов. Более резкие отклонения (снижение приживаемости, изменение возрастного и полового состава, снижение размеров и плодовитости самок) характерны для паразитов. Наиболее патогенны для хозяина личинки *T. leonina*.

Toxascaris leonina (von Linstow, 1902) Leiper, 1907 — паразит плотоядных животных. Развивается по аскаридоидному типу. Яйца созревают во внешней среде. Из проглоченных яиц в двенадцатиперстной кишке выходят личинки, которые проникают в слизистую оболочку и бруннеровы железы, дважды линяют, а затем возвращаются в просвет кишечника, где достигают половой зрелости (Мозговой, 1953). По данным Спрента (Sprent, 1959), миграция личинок сопровождается увеличением количества лейкоцитов и лимфоидных клеток. В местах непосредственного контакта паразита с тканями хозяина образуются гранулемо-некробиотические центры со скоплением молодых плазматических и лимфоидных клеток, макрофагов, фибробластов и других иммунологических компонентов. *T. leonina* часто встречается у песцов при их искусственном разведении. Это обусловлено прямым циклом развития паразитов, высокой выживаемостью и устойчивостью к неблагоприятным факторам внешней среды (Токсаскаридоз песцов, 1984).

Настоящее исследование посвящено изучению взаимоотношений в системе нематода *T. leonina*—песец *A. lagopus* на разных стадиях развития паразитов и при разных дозах заражения.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

32 трехмесячных щенка голубых песцов были заражены дозами: 10, 100 и 1000 яиц. По принципу аналогов были сформированы 4 однородные группы животных (включая контроль). Щенки находились на общехозяйственном рационе и содержались индивидуально в условиях, исключающих возможность спонтанной инвазии. Копрологические анализы проводили 2 раза в месяц, а начиная с 45-го дня после заражения — ежедневно до забоя зверей. Количество яиц подсчитывалось в фильтрате 3-граммовой навески фекалий с пересчетом на их суточную массу. Через 2.5 мес. песцы были вскрыты. Содержимое кишечника исследовали методом последовательных смывов. Личинок выделяли методом Бермана после переваривания стенок кишечника 1.5 %-ным раствором

ацидин-пепсина. Определяли число, возраст, пол и размеры гельминтов в хозяевах. Состояние хозяина оценивали по морфологии крови, активности ферментов сыворотки крови и гуморальных факторов естественной защиты хозяина. Кровь получали из планарной вены утром до кормления животных непосредственно перед заражением зверей, а затем на 3, 7, 14, 30 и 60-й дни после него соответственно основным этапам развития гельминтов: 3—14-й дни — личиночный, 15—30-й — достижение половозрелости, 60-й день — продуцирование яиц. Количество эритроцитов подсчитывали с помощью Пикоскел (ВНР). Гемоглобин определяли колориметрическим методом, описанным Дервизом и Воробьевым (1959), в модификации Григорьева и Каценельсона (1969), общий белок — на рефрактометре ИРФ-22, его фракционный состав — методом электрофореза на бумаге. Для определения активности ферментов использовали микроэкспресс методы в системе микроэкспресс—анализа Покровского. Активность лактатдегидрогеназы (ЛДГ) определяли по методу Коровкина (1965), аспартатаминотрансферазы и аланинаминотрансферазы (АсАТ и АлАТ) — по методу Покровского (1962), холинэстеразы (ХЭ) — по Нательсону (Natlson, 1963) и щелочной фосфатазы — по Джуду и Квоку (Judd, Kwok, 1964). Активность лизоцима определяли по Дорофейчук (1968), лизинол — по Бухарину и др. (1972), комплемента по Вагнеру в модификации Густова (1971). После убоя животных определяли товарные качества шкурки.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Наблюдения показали, что яйца токсаскарисов начали выделяться спустя 55—59 дней после заражения, что согласуется с данными Кудрявцева (1971) и Спрента (Sprent, 1959) о продолжительности развития *T. leonina*. Сходные сроки начала продуцирования яиц у щенков всех трех экспериментальных групп свидетельствует об отсутствии влияния дозы заражения на продолжительность развития нематод.

При вскрытии установлено, что из всех щенков, использованных в опытах, не заразился только один. У остальных обнаружено от 1 до 93 экз. нематод. Их количество, распределение по хозяевам, размеры, возрастная и половая структура, а также число яиц в фекасах в разных вариантах опыта различались (табл. 1; рис. 1). При изменении дозы заражения песцов яйцами *T. leonina* от 10 до 1000 численность паразитов увеличивается, однако она непропорциональна количеству использованных яиц. При минимальной интенсивности заражения (10 яиц) количество обнаруженных гельминтов составило 25.5 % от исходного, при средней (100 яиц) — 6.7, а при высокой (1000 яиц) — лишь 2.4 %. В первом варианте опыта *T. leonina* представлена преимущественно взрослыми нематодами, соотношение полов близко 1:1. Гельминты продуцировали большое число яиц. При повышении дозы инвазии (100 и 1000 яиц) изменились структура группировки паразитов и их морфологические характеристики. Так, уже при заражении щенков 100 яйцами *T. leonina* отмечено выраженное разделе-

Таблица 1
Общая численность и соотношение числа личинок, самцов и самок *T. leonina* при разных дозах заражения хозяина

Доза заражения	Количество обнаруженных гельминтов (экз.)			Личинки	♀	♂
	пределы	среднее	всего			
10	1—8	3.0	21	1	10	10
100	2—20	8.0	56	13	24	19
1000	2—93	22.5	181	163	5	11

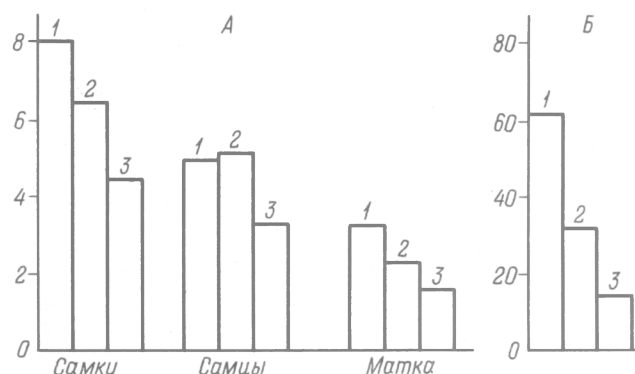


Рис. 1. Некоторые биоморфологические показатели *T. leonina* при разной дозе заражения песцов. По оси абсцисс: 1—3 — варианты опыта; по оси ординат: А — длина, в см, Б — количество яиц в сутки, тыс. в пересчете на 1 самку.

ние гельминтов на разновозрастные группы и усиление агрегированности. При заражении песцов 1000 яиц нематоды представлены преимущественно личинками (95 %). Среди взрослых особей преобладали самцы. Они отличались небольшими размерами, а самки — низкой плодовитостью (рис. 1).

В организме хозяина при заражении 10 яйцами *T. leonina* не обнаружено серьезных изменений. Большинство исследуемых морфологических и биохимических показателей крови у инвазированных щенков находились в тех же пределах, что у контрольных (табл. 2, 3). Незначительные колебания в сторону больших или меньших значений в содержании общего белка, активности аспаратаминотрансферазы, лактатдегидрогеназы и холинэстеразы у зверей этой группы по сравнению с контролем оказались статистически недостоверными. На протяжении всего исследуемого периода была отмечена небольшая гипопер-

Таблица 2

Влияние интенсивности заражения *T. leonina* на уровень гематологических показателей у песцов ($M \pm m$)

Доза заражения	Исходные	После заражения, сутки				
		3-и	7-е	14-е	30-е	60-е
Эритроциты, млн/мкл						
10	7.04±0.02	7.66±0.01	7.65±0.01 *	7.33±0.02 *	9.00±0.01	8.06±0.02
100	7.43±0.02	7.74±0.01	7.56±0.01 *	7.02±0.02 *	8.99±0.09	8.20±0.02
1000	7.08±0.01	7.72±0.01	7.54±0.01 *	7.56±0.09	8.66±0.01	7.21±0.03 *
Контроль	7.32±0.20	7.91±0.09	8.00±0.01	7.52±0.01	8.86±0.07	8.23±0.03
Гемоглобин, г%						
10	13.5±0.03	14.6±0.03	14.9±0.03	14.7±0.02	16.0±0.02	14.9±0.03
100	14.2±0.03	15.4±0.03	14.8±0.03	15.1±0.04	16.7±0.03	14.9±0.03
1000	14.1±0.36	14.9±0.02	14.1±0.98	15.2±0.04	15.3±0.48	13.6±0.42 *
Контроль	14.7±0.02	15.0±0.03	15.3±0.03	15.0±0.03	15.7±0.41	15.9±0.44
Общий белок, г%						
10	7.02±0.02	6.97±0.06	6.71±0.10	7.06±0.01	7.20±0.09	7.00±0.02
100	6.92±0.08	6.82±0.08	6.96±0.01	6.94±0.03	7.18±0.01	7.30±0.01
1000	6.97±0.02	6.37±0.02 *	6.81±0.01	6.83±0.03 *	7.24±0.01	7.08±0.10 *
Контроль	7.08±0.08	6.96±0.01	6.86±0.02	7.38±0.07	7.03±0.01	7.44±0.01

Примечание. Здесь и в табл. 3: звездочкой отмечены достоверные различия у опытных зверей по сравнению с контролем. $p < 0.05$.

Т а б л и ц а 3

Влияние интенсивности заражения *T. leonina* на уровень активности ферментов у песцов (*M+m*)

Доза заражения	Исходные	Время исследований, дни				
		3-й	7-й	14-й	30-й	60-й
АсАТ, ед.						
10	101.5±6.0	97.5±1.9	103.0±5.0	100.2±3.9	91.5±6.8	106±2.5
100	99.1±3.7	95.8±3.1	115.3±9.6	102.2±3.8	90.6±2.3	99.7±3.3
1000	97.0±3.2	88.2±3.0	94.9±5.7	95.4±3.3	86.2±4.4	97.2±5.1
Контроль	91.0±1.4	88.8±5.7	118.8±9.7	95.4±3.6	89.4±2.9	95.6±8.5
АлАТ, ед.						
10	48.5±1.3	39.7±1.7	39.0±2.6	35.0±2.8	40.3±1.4	47.0±1.2*
100	44.0±1.4	38.0±1.6	38.2±2.2	36.2±0.7	45.4±3.0	47.8±1.0*
1000	45.3±1.6	34.2±2.5	33.0±1.7*	33.8±2.0	39.5±3.2	42.3±2.6
Контроль	42.8±2.4	34.8±2.3	40.8±1.8	32.2±2.0	39.0±2.6	39.5±2.4
ЛДГ, мкМ пирувата						
10	8.6±1.0	5.6±0.8	3.6±0.6	7.4±0.4	7.6±0.7	7.1±0.9
100	9.2±0.8	6.3±0.5	4.6±0.4	7.8±0.7	6.6±0.4	7.0±0.8
1000	8.3±0.5	6.7±0.5	4.2±0.7	7.7±0.8	5.3±0.3*	7.6±0.8*
Контроль	7.2±0.7	6.8±0.8	4.1±0.7	6.4±0.6	7.7±0.7	5.2±0.2
ХЭ, ед.						
10	174.2±16.7	124.1±12.0	144.7±11.4	152.8±13.2	194.0±24.2	183±5.7
100	168.0±18.6	106.3±17.3	126.5±14.2*	146.0±4.9	173.6±8.5	158±16.4*
1000	157.6±12.8	135.9±17.0	127.9±13.6*	143.0±9.1	179.0±12.7	174±9.1
Контроль	172.0±12.7	166.2±21.0	174.8±14.6	153.6±8.5	162.0±19.2	202.8±9.2
ЩФ, ед.						
10	34.5±1.6	24.8±1.3*	23.3±2.6	22.6±2.3	15.9±1.1	10.3±0.6
100	31.1±2.5	20.3±1.4*	21.2±0.9	21.8±1.5	12.2±0.5*	9.5±0.8
1000	30.9±3.0	24.3±1.6*	22.0±1.4	17.2±2.0*	12.4±1.1	7.9±1.0*
Контроль	29.4±1.5	30.4±1.3	22.1±2.4	24.4±1.3	16.6±1.6	11.4±0.9

ментемия ЩФ, но статистически значимые различия выявлены лишь в период внедрения личинок в подслизистый слой кишечника хозяина (3-и сутки). Изменения активности аланинаминотрансферазы, проявившиеся в более высоком уровне по сравнению с контрольными животными, характерны для периода жизнедеятельности половозрелых форм паразитов (60-е сутки).

Сходные результаты получены при заражении песцов 100 яйцами *T. leonina*. Характер вызванных гельминтом изменений имел ту же направленность, что и при заражении минимальным количеством яиц (10). Однако степень различий между опытными и контрольными животными становится более выраженной. Как и в первом варианте опыта, развитие паразитов сопровождалось снижением активности щелочной фосфатазы. Статистически значимые изменения выявлены не только после достижения гельминтами половой зрелости, но и на предшествующих этапах (30-е сутки). В период жизнедеятельности половозрелых особей и активного продуцирования ими яиц у песцов повышена активность АлАТ. Незначительное снижение активности холинэстеразы на 3—7-е и 60-е сутки после заражения, обнаруженное у песцов с минимальной дозой в виде тенденции, при 10-кратном увеличении числа поступающих яиц становится более выраженным и статистически значимым.

При дальнейшем увеличении дозы заражения (1000 яиц) почти у всех исследуемых биохимических показателей крови отмечены статистически значимые изменения. Исключение составляет АсАТ, активность которой практически

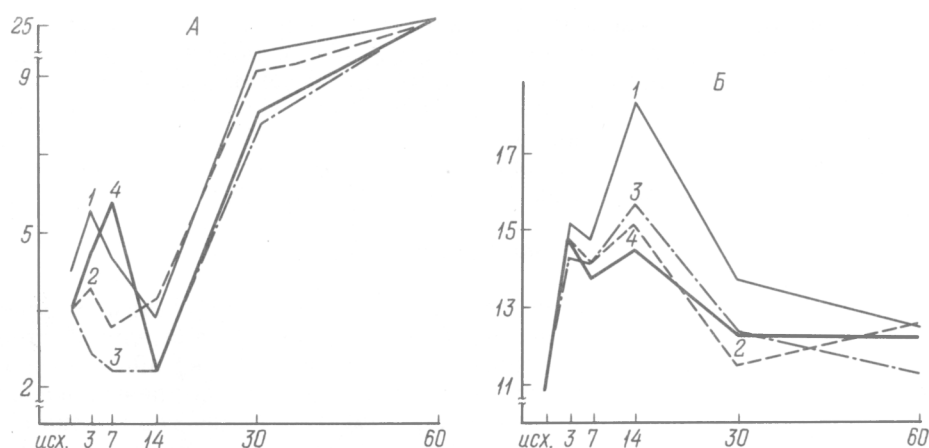


Рис. 2. Динамика активности факторов естественной защиты песцов при разной дозе заражения. А — δ -лизин; В — комплемент; 1 — 10 яиц; 2 — 100; 3 — 1000; 4 — контроль. По оси абсцисс — сроки взятия крови, в сутках; по оси ординат — активность показателя, ед.

находилась в тех же пределах, что и у контрольных животных. В острой фазе инвазионного процесса (3—7-е сутки) наблюдалось снижение содержания общего белка крови, а также активности ЩФ, АлАТ и ХЭ; в период миграции личинок в просвет кишечника и превращения в половозрелую особь (с 14-го по 30-й день) сохраняется пониженный уровень первых двух показателей, при этом развивается гипоферментемия ЛДГ. На 60-й день исследования обнаружены нарушения гематологических показателей крови, понижен уровень ЩФ и увеличена активность АлАТ и ЛДГ.

Динамика активности гуморальных факторов неспецифической защиты хозяина связана как со стадией развития токсаскаридов, так и дозой заражения ими. Наибольшие отклонения от контроля выявлены в течение первых 14 дней. В этот период при минимальном заражении щенков (10 яиц) установлено повышение активности комплемента, а также незначительное увеличение активности δ -лизинов, что свидетельствует об активном сопротивлении организма поступающей инвазии. Повышение дозы заражения (100 и 1000 яиц)

Т а б л и ц а 4
Результаты товароведческой оценки шкурок подопытных песцов, в %

Показатели	Опыты			Контроль
	(10 яиц) $n=7$	(100 яиц) $n=8$	(1000 яиц) $n=8$	$n=8$
Экстра	25.0	57.1	12.5	37.5
1 цвет	75.0	42.9	87.5	62.5
Размер				
отборный	75.0	85.7	50.0	62.5
первый	25.0	14.3	50.0	37.5
Дефект				
нормальные	37.5	42.8	12.5	62.5
малый	37.5	14.3	25.0	25.0
средний	25.0	28.6	37.5	
большой		14.3		12.5
Брак			25.0	
Средняя реализационная цена, руб.	89.56 ± 5.77	87.06 ± 7.62	65.63 ± 10.13	87.41 ± 7.02

П р и м е ч а н и е. n — количество шкурок в опыте.

снижает активность δ -лизинов, что отражает неблагоприятную ситуацию в организме хозяина. Во втором и третьем периодах существенных изменений в активности гуморальных факторов естественной защиты не выявлено (рис. 2).

При оценке качества товарных шкурок было установлено, что самые низкие показатели имели шкурки зверей 3-го варианта. Это отразилось и на их реализационной цене. Качественная оценка шкурок щенков с низкой и средней дозами заражения и контрольных была близкой (табл. 4).

ОБСУЖДЕНИЕ

Таким образом, проведенные исследования показали, что взаимоотношения в системе нематода *T. leonina*—песец *Alopex lagopus* в значительной степени определяются дозой заражения хозяина. При заражении 10 яйцами система сохраняет относительную сбалансированность. У хозяина повышены показатели естественной защиты организма, активность обменных процессов близка к норме. При дозе заражения 100 яиц равновесие нарушается. За счет угнетения паразитов сохраняется гомеостаз хозяина. Доза 1000 яиц является, видимо, тем пороговым значением, при котором обостряются как межвидовые, так и внутривидовые отношения. Приживаемость личинок еще более снижается, а у сохранившихся задерживается развитие, нарушается численное соотношение полов. Имеют место и серьезные нарушения обменных процессов в организме песцов.

Изменение приживаемости и морфобиологических показателей *T. leonina* при разных дозах заражения песцов позволяет высказать мнение о сравнительно низком пороговом уровне включения регуляторных механизмов в рассматриваемой паразито-хозяинной системе. При всех изученных нами дозах заражения хозяина среднее количество взрослых гельминтов оказалось сходным. Полученные нами экспериментальные данные: в 1-м варианте — 2.8 экз., во 2-м — 5.4, в 3-м — 2.0 экз. на 1 зверя, близки к показателям интенсивности спонтанного заражения песцов в звероводческих хозяйствах (Чеботарева и др., 1977). Видимо, оно может быть определено как норма инвазии, при которой взаимоотношения в системе нематода *T. leonina*—песец *Alopex lagopus* относительно сбалансированы (Ошмарин, 1959; Фрезе, 1977; Кеннеди, 1978).

Изменение характера паразито-хозяинных отношений во времени при ток-саскаридозе песцов связано с развитием гельминтов, что характерно для всех нематодных инвазий (Шульц, Гвоздев, 1976). Наиболее выраженное воздействие оказывают личинки, в период жизнедеятельности которых даже при невысокой дозе заражения отмечены изменение активности холинэстеразы и щелочной фосфатазы. При высокой дозе заражения (1000 яиц) большое количество личинок усиливает поражающий эффект, нарушается нормальное течение метаболических процессов, что отрицательно сказывается на качестве получаемых шкурок.

Список литературы

- Бухарин О. В., Фролов Б. А., Луда А. П. Ускоренный метод определения бета-лизинов в сыворотке крови // ЖМЭИ. 1972. № 9. С. 25—26.
- Густов А. В. Клинико-иммунологическая характеристика нарушений мозгового кровообращения: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. М., 1971. 8 с.
- Григорьева Х. О., Каценельсон Н. Н. Определение количества гемоглобина и эритроцитов на электрофотоколориметре // Уч. зап. Петрозавод. ун-та. 1969. Т. 16, вып. 3. С. 155—160.
- Дервиз Г. В., Воробьева А. Н. Количественное определение гемоглобина крови посредством аппарата ФЭК-М // Лаб. дело. 1959. № 3. С. 3.
- Дорофейчук В. Г. Определение активности лизоцима нефелометрическим методом // Лаб. дело. 1968. № 1. С. 28—30.
- Кеннеди К. Экологическая паразитология. М., 1978. 230 с.

- Коровкин Б. Ф. Ферменты в диагностике инфаркта миокарда. Л.: Медицина, 1965. 127 с.
- Кудрявцев А. А. Токсаскаридоз песцов (история вопроса, биология возбудителя и терапия): Автореф. дис. ... канд. биол. наук. М., 1971. 160 с.
- Мозговой А. А. Аскариды животных и человека и вызываемые ими заболевания. Основы нематодологии. Т. 2. М.: Изд-во АН СССР, 1953. 351 с.
- Ошмарин А. Г. К изучению специфичной экологии животных. Владивосток, 1959. 44 с.
- Покровский А. А. Микроэкспрессметоды определения ферментативной активности и их диагностическое значение // Бюл. Уч.-Мед. совещ. Минздрава РСФСР. 1962. № 2. С. 8—12.
- Токсаскаридоз песцов / Под ред. В. А. Берестова. Петрозаводск, 1984. 109 с.
- Фрезе В. И. Лентецы Европы (экспериментальное изучение полиморфизма) // Тр. ГЕЛАН. 1977. Т. 26. С. 174—204.
- Чеботарева Н. Б., Аникиева Л. В., Беспятова Л. А., Аниканова В. С. Материалы по эпизоотологии токсаскаридоза песцов клеточного содержания в условиях Карелии // Новое в физиологии и патологии пушных зверей. Петрозаводск, 1978. С. 50—53.
- Шульц Р. С., Гвоздев Е. В. Основы общей гельминтологии. Т. 3. М., 1976. 245 с.
- Judd R. E., Kwok G. A rapid ultramicrotechnique for alkaline phosphatase // Amer. J. Mead. Technol. 1964. Vol. 30, N 2. P. 87—93.
- Natelson S. Cholinesterase. Procedure // Microtechniques of clinical chemistry. USA, 1963. P. 184—186.
- Sprent J. F. The life history of *Toxascaris leonina* (Linstow, 1902) in the dog and cat // Parasitol. 1959. Vol. 49, N 3/4. P. 330—371.

Институт биологии КФАН СССР,
Петрозаводск

Поступила 29.08.1988
после доработки 7.06.1989

HOST-PARASITE RELATIONSHIP DURING TOXASCARIDOSIS OF ARCTIC FOXES

L. V. Anikieva, V. S. Anikanova, V. V. Ostashkova

SUMMARY

The effect of host infection dose (10, 100, 1000 eggs) and developmental stages of helminths (larvae, adult nematodes) on the relationships in the system «*Toxascaris leonina*—*Alopex lagopus*» was studied experimentally. It has been established that 100 eggs are the threshold dose for helminths and 1000 eggs for the host. More distinct changes in the indices are characteristic of the parasite. Dynamics of host-parasite relationships in the development of the parasitic process correspond to helminth developmental stage. Larvae of *T. leonina* are most pathogenic for the host.